



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 34 990 A 1**

⑦① Aktenzeichen: 198 34 990.4  
⑦② Anmeldetag: 3. 8. 1998  
⑦③ Offenlegungstag: 27. 4. 2000

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 07 F 7/18**  
C 08 K 5/54  
C 03 C 25/40  
C 09 C 3/12  
C 09 D 183/04

**DE 198 34 990 A 1**

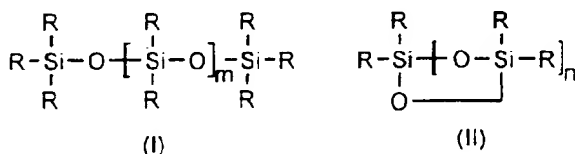
⑦① Anmelder:  
Degussa-Hüls AG, 60311 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Standke, Burkhard, Dr., 79540 Lörrach, DE;  
Monkiewicz, Jaroslaw, Dr., 79618 Rheinfelden, DE;  
Frings, Albert-Johannes, Dr., 79618 Rheinfelden,  
DE; Laven, Ralf, Dr., 79739 Schwörstadt, DE;  
Edelmann, Roland, Dipl.-Chem., 79664 Wehr, DE;  
Jenkner, Peter, Dr., 79618 Rheinfelden, DE; Mack,  
Helmut, Dr., 79618 Rheinfelden, DE; Horn, Michael,  
Dr., 79618 Rheinfelden, DE; Orlia,  
Wolfgang-Wilhelm, Dr., 47918 Tönisvorst, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Acryloxypropyl- oder Methacryloxypropyl-Gruppen enthaltende Siloxan-Oligomere

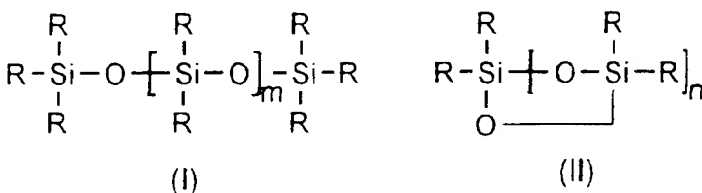
⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft Gemische kettenför-  
miger und cyclischer Siloxan-Oligomere der allgemei-  
nen Formeln I und II



in denen die Substituenten R aus 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppen und Methoxy-, Ethoxy- und/oder Propoxy-Gruppen und gegebenenfalls Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen und/oder Aryl-Gruppen mit 6 bis 12 C-Atomen bestehen, wobei an ein Silicium-Atom höchstens eine 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppe gebunden ist und der Oligomerisierungsgrad für Verbindungen der allgemeinen Formel I im Bereich von  $2 < m < 25$  und der für die Verbindungen der allgemeinen Formel II im Bereich von  $2 \leq n \leq 8$  liegen und der Quotient aus dem molaren Verhältnis Si/Alkoxy-Gruppierung  $\geq 0,5$  ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein spezielles Verfahren zur Herstellung besagter Gemische sowie ihre Verwendung.

**DE 198 34 990 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer der allgemeinen Formeln I und II.



in denen die Substituenten R neben Alkoxy-Gruppen aus ungesättigten organofunktionellen-Gruppen und gegebenenfalls aus weiteren organofunktionellen Gruppen bestehen, wobei an ein Silicium-Atom höchstens eine ungesättigte organofunktionelle Gruppe gebunden ist.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung besagter Gemische sowie ihre Verwendung.

Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer werden beispielsweise durch eine gezielte Hydrolyse bzw. Kondensation organofunktioneller Alkoxysilane erhalten. Ein besonderes Problem bei der Herstellung multifunktioneller Siloxan-Oligomerer stellt das stark unterschiedliche Hydrolyse- bzw. Kondensationsverhalten der einzelnen Organosiloxane dar.

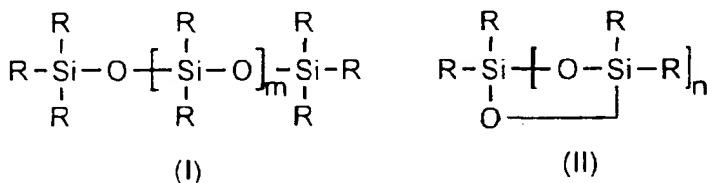
EP 0 760 372 A2 offenbart Wasserhaltige Auflösungen von OH-Gruppen-enthaltenden und Acryl-funktionellen Organosilanen bzw. Organosiloxanen. Diese Organosiloxane sind praktisch vollständig hydrolysiert.

Aus EP 0 518 057 A1 und DE 196 24 032 A1 gehen Gemische kettenförmiger und/oder cyclischer Vinyl- sowie Alkyl-funktioneller Siloxan-Oligomerer hervor, die im übrigen Alkoxygruppen tragen. Solche Gemische werden beispielsweise zur Hydrophobierung von mineralischen Oberflächen und pulverförmigen Stoffen sowie als Vernetzungsmittel für thermoplastische Polyolefine eingesetzt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, Gemische aus weiteren Siloxan-Oligomeren bereitstellen, welche neben Alkoxygruppen ungesättigte organofunktionelle Gruppen und gegebenenfalls weitere organofunktionelle Gruppen bestehen. Ein besonders Anliegen der vorliegenden Erfindung war es Gemische aus Siloxan-Oligomeren bereitzustellen, die auch als Bindemittel in Farben und Lacken einsetzbar sind.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den Angaben der Patentansprüche gelöst.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß man ein Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer der allgemeinen Formeln I und II,



in denen die Substituenten R aus 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppen und Methoxy-, Ethoxy- und/oder Propoxy-Gruppen und gegebenenfalls Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen und/oder Aryl-Gruppen mit 6 bis 12 C-Atomen bestehen, wobei an ein Silicium-Atom höchstens eine 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppe gebunden ist und der Oligomerisierungsgrad für Verbindungen der allgemeinen Formel I im Bereich von  $2 < m < 25$  und der für Verbindungen der allgemeinen Formel II im Bereich von  $2 \leq n \leq 8$  liegen und der Quotient aus dem molaren Verhältnis Si/Alkoxy-Gruppierung  $\geq 0,5$  ist, durch eine gezielte Umsetzung erhalten kann, indem man ein 3-Methacryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Methacryloxypropylmethyldialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropylmethyldialkoxysilan als Komponente A und gegebenenfalls ein Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyl-trialkoxysilan oder ein Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyl-methyldialkoxysilan oder ein Gemisch besagter Alkoxysilane als Komponente B und gegebenenfalls ein Tetraalkoxysilan als Komponente C einsetzt und unter Zusatz von 0,6 bis 1,0 mol Wasser pro 1 mol Si und der 0,1- bis 5fachen Gewichtsmenge an Methanol und/oder Ethanol, bezogen auf die eingesetzten Alkoxysilane, in Gegenwart einer organischen oder anorganischen Säure als Katalysator, der bevorzugt gleichzeitig mit der Wassergabe oder danach dem Reaktionsgemisch zugegeben wird, bei einer Temperatur von 10 bis 95°C gezielt hydrolysiert bzw. kondensiert und anschließend das Produktgemisch unter vermindertem Druck und einer Sumpftemperatur von 30 bis 110°C destillativ aufarbeitet. Geeigneterweise werden dabei der Katalysator, der freie Alkohol und Reste der monomeren, nicht hydrolysierten Ausgangsstoffe praktisch quantitativ aus dem Produkt entfernt. Als Katalysator kann man beispielsweise Essigsäure oder Ameisensäure einsetzen. Bevorzugt setzt man beim erfindungsgemäßen Verfahren Chlorwasserstoff (HCl) als Katalysator ein.

So erhaltene erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer sind üblicherweise homogene, klare, farblose bis schwach gelb gefärbte, niedrigviskose, lagerstabile Flüssigkeiten und besitzen bevorzugt einen Flammpunkt  $> 100^\circ\text{C}$ .

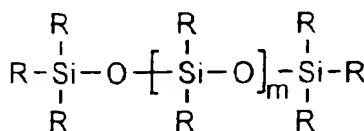
Durch die oben dargelegte Herstellweise kann man in vorteilhafter Weise erfindungsgemäße Siloxan-Oligomere erzeugen, welche bevorzugt eine statistische Verteilung verschiedenfunktioneller  $[-\text{Si}(\text{R})(\text{R})\text{O}-]$ -Einheiten besitzen.

Insbesondere können erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer vorteilhaft in

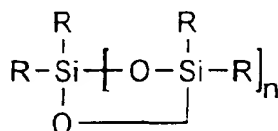
Farben und Lacken als Binder oder zur Modifizierung von Bindersystemen eingesetzt werden.

Auch ist es vorteilhaft, daß der Siedepunkt der erfindungsgemäßen Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer in der Regel bei einer Temperatur  $>200^{\circ}\text{C}$  liegt.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer der allgemeinen Formeln I und II,



(I)



(II)

in denen die Substituenten R aus 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppen und Methoxy-, Ethoxy- und/oder Propoxy-Gruppen und gegebenenfalls Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen und/oder Aryl-Gruppen mit 6 bis 12 C-Atomen bestehen, wobei an ein Silicium-Atom höchstens eine 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppe gebunden ist und der Oligomerisierungsgrad für Verbindungen der allgemeinen Formel I im Bereich von  $2 < m < 25$  und der für Verbindungen der allgemeinen Formel II im Bereich von  $2 \leq n \leq 8$  liegen und der Quotient aus dem molaren Verhältnis Si/Alkoxy-Gruppierung  $\geq 0,5$  ist.

Erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer weisen vorzugsweise einen Gehalt an Alkoxy-Gruppen von mehr als 0,1 Gew.-% und weniger als 30 Gew.-%, besonders vorzugsweise 5 bis 25 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der vorliegenden Siloxan-Oligomere, auf.

Vorzugsweise bestehen in einem erfindungsgemäßen Gemisch die Substituenten R aus (i) Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen. Für die Herstellung solcher Gemische setzt man geeigneterweise 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan oder 3-Methacryloxypropyltriethoxysilan ein. Für deren Herstellung kann man aber auch eine Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und Tetramethoxysilan einsetzen.

Ebenfalls bevorzugt bestehen in einem erfindungsgemäßen Gemisch die Substituenten R aus (i) 3-Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen und (iii) Methyl-, Propyl-, Isobutyl-, Octyl-, Hexadecyl- oder Phenyl-Gruppen. Für die Herstellung solcher Gemische kann man von einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und n-Propyl-trimethoxysilan oder von einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und Octyltrimethoxysilan oder von einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan, Octyltrimethoxysilan und Tetramethoxysilan oder auch von einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und n-Propyltrimethoxysilan oder einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und Isobutyltrimethoxysilan oder einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und Tridecafluor-1,1,2,2-tetrahydrooctyl-1-trimethoxysilan oder einer Mischung aus 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und Phenyltrimethoxysilan, um nur einige Beispiele zu nennen, ausgehen.

Die Substituenten R bevorzugter erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer können auch aus (i) 3-Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen und (iii) Methyl-Gruppen und (iiii) Propyl-, Isobutyl-, Octyl-, Hexadecyl-, Phenyl-Gruppen bestehen. Für die Herstellung solcher Gemische kann man beispielsweise von 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und n-Propyl-methyldimethoxysilan oder von 3-Methacryloxypropyl-methyldimethoxysilan und Octyltrimethoxysilan oder von 3-Methacryloxypropyl-methyldimethoxysilan und n-Propyl-methyldiethoxysilan oder von 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan, n-Propyl-trimethoxysilan und Methyltrimethoxysilan oder von 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilan, Octyltrimethoxysilan und Tetramethoxysilan oder von 3-Methacryloxypropyl-methyldimethoxysilan, n-Propylmethyldiethoxysilan und Tetramethoxysilan ausgehen.

Bevorzugt weisen erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer eine Viskosität von 3 bis 80 mPa s, besonders vorzugsweise von 4 bis 40 mPa s, auf.

Als Beispiele seien nachfolgend einige bevorzugte Systeme kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer aufgeführt: 3-Methacryloxypropyl-/Alkoxysiloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Propyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Isobutyl-/Alkoxysiloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Octyl-/Alkoxysiloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Hexadecyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Phenyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Heptafluorhexyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Phenyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Octyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Propyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Octyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Methyl-/Heptafluorhexyl-/Alkoxy-siloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Propyl-/Heptafluorhexyl-/Alkoxysiloxane, 3-Methacryloxypropyl-/Octyl-/Heptafluorhexyl-/Alkoxy-siloxane, wobei die Alkoxy-Gruppen bevorzugt Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen sind, es können aber auch Ethoxy- und Methoxy-Gruppen nebeneinander vorliegen.

Ferner ist Gegenstand ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Gemischs kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer durch gezielte Hydrolyse, wobei man ein 3-Methacryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Methacryloxypropyl-methyldialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropyl-methyldialkoxysilan als Komponente A und gegebenenfalls ein Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyl-trialkoxysilan oder Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyl-methyldialkoxysilan oder ein Gemisch besagter Alkoxysilane als Komponente B und gegebenenfalls eine Tetraalkoxysilan als Komponente C einsetzt und unter Zusatz von 0,6 bis 1,0 mol Wasser pro 1 mol Si und der 0,1- bis 5fachen Gewichtsmenge an Methanol und/oder Ethanol, bezogen auf die eingesetzten Alkoxysilane, in Gegenwart einer Säure als Katalysator, vorzugsweise HCl, bei einer Temperatur von 10 bis  $95^{\circ}\text{C}$  gezielt hydrolysiert und kondensiert und anschließend das Produktgemisch unter vermindertem Druck und einer Sumpftemperatur von 60 bis  $110^{\circ}\text{C}$  destillativ aufarbeitet.

Im allgemeinen führt man das erfindungsgemäße Verfahren wie folgt aus:

In der Regel legt man zunächst die Komponente A, gegebenenfalls Komponente B und gegebenenfalls Komponente C vor. Der Alkoxysilanmischung kann ein Löse- bzw. Verdünnungsmittel, beispielsweise Methanol oder Ethanol, zugegeben werden. Geeigneterweise gibt man ferner die für die Umsetzung berechnete Menge an Wasser zu. Den Katalysator kann man mit der Wassergabe oder danach einbringen, geeigneterweise unter guter Durchmischung, beispielsweise unter  
 5 Rühren. Vor oder nach der Wasser- bzw. Katalysatorzugabe kann man das Reaktionsgemisch erwärmen und nach der Umsetzung das so erhaltene Produktgemisch destillativ aufarbeiten.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren setzt man die Komponenten A, B und C vorzugsweise in einem molaren Verhältnis A : B : C von 1 : 0 : 0 bis 1 : 10 : 0, vorzugsweise von 1 : 0 : 0 bis 1 : 4 : 0, oder von 1 : 0 : 0 bis 1 : 0 : 10, vorzugsweise von 1 : 0 : 0 bis 1 : 0 : 4, oder von 1 : 0 : 0 bis 1 : 10 : 10, vorzugsweise von 1 : 0 : 0 bis 1 : 4 : 4, ein. Insbesondere werden dabei als Komponente B Alkyl- oder Phenyl-alkoxysilane oder Gemische aus Alkyl- und Fluoralkyl-alkoxysilanen oder Gemische aus Alkyl- und Phenyl-alkoxysilanen bevorzugt eingesetzt. Hierzu kann man fluoralkylfunktionelle Alkoxysilane mit mono-, oligo- oder perfluorierten Alkylgruppen, insbesondere solche mit 1 bis 9 C-Atomen, einsetzen.

Ferner setzt man beim erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt Alkoxysilane mit Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen entsprechend dem als Löse- bzw. Verdünnungsmittel verwendeten Alkohol ein. Als Löse- bzw. Verdünnungsmittel verwendet man geeigneterweise Methanol oder Ethanol oder eine Mischung aus Methanol und Ethanol. Man kann aber auch andere Alkohole oder Alkoholmischungen verwenden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren führt man die Hydrolyse und Kondensation eingesetzter Alkoxysilane bevorzugt unter Normaldruck bei einer Temperatur von 10 bis 85°C, besonders vorzugsweise bei 20 bis 50°C, durch. Üblicherweise führt man die Umsetzung unter Normaldruck durch. Man kann die Umsetzung aber auch unter vermindertem Druck oder bei Überdruck durchführen. Geeigneterweise läßt man das Reaktionsgemisch über 0,5 bis 3 Stunden reagieren, bevor man mit der destillativen Aufarbeitung des Produktgemischs beginnt.

Nach destillativer Aufarbeitung enthält das erfindungsgemäße Produkt bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-% der Komponenten A, B und C und insbesondere weniger als 2 Gew.-%, besonders vorzugsweise weniger als 1 Gew.-%, an freien Alkoholen.

Erfindungsgemäße Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer können vorteilhaft beispielsweise, aber nicht ausschließlich folgenden Verwendungen zugeführt werden:

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer als Additive in mit feinteiligen anorganischen Füllstoffen hochgefüllten Gießharzen auf der Basis fließfähiger, härtbarer Methacrylsäureester. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise eine deutliche Viskositätsreduzierung des Gießharzes im Vergleich zu analogen Gießharzen ohne Zusatz der beanspruchten Komponenten erzielt werden.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher auch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer zur Modifizierung und Vernetzung organischer Harze.

Ferner ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit und optischen Eigenschaften von Kunststoffgegenständen und Formkörpern.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer für die Behandlung und Modifizierung der Oberfläche von Glasfasern, insbesondere für eine verbesserte Haftvermittlung in glasfaserverstärkten Kunststoffen.

Darüber hinaus ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer als Co-Bindemittel in Lacken und als Komponente in Klarlacken. Durch den Einsatz erfindungsgemäßer Gemische kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer kann eine deutliche Verbesserung von Anwendungseigenschaften erzielt werden, insbesondere eine verbesserte Wetterbeständigkeit, eine hohe Kratzfestigkeit sowie eine Verbesserung der Chemikalienbeständigkeit.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer zur Herstellung von Beschichtungen, die durch Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 40 bis 200°C, bevorzugt 80 bis 150°C, und/oder durch Behandlung mit Strahlung, beispielsweise durch UV- oder Mikrowellen, in an sich bekannter Weise zur Aushärtung gebracht werden.

Darüber hinaus ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer für die Behandlung oder Beschichtung von mineralischen oder metallischen Oberflächen. Durch eine solche Behandlung kann man die Oberflächeneigenschaften in vorteilhafter Weise modifizieren. So kann man erfindungsgemäße Gemische insbesondere als Hydrophobierungsmittel und/oder Haftvermittler einsetzen, beispielsweise für Füllstoffe oder Pigmente, insbesondere für Glimmer, Aluminium, Messing, Kupferpigmente, Perlglanzpigmente usw.

Daher ist auch Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäßen Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer zur Silanisierung pulverförmiger Stoffe, bevorzugt auch für TiO<sub>2</sub>, Kaolin, Aluminiumhydroxid, CaCO<sub>3</sub>, Talkum sowie Quarz- oder Cristobalitmehle.

Die vorliegende Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele näher erläutert.

#### Beispiel 1

In einem 2-l-Rührreaktor aus Glas mit Vakuum-, Dosier- und Destillationseinrichtung werden 992 g 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan vorgelegt und anschließend 57,6 g Wasser, vorher gemischt mit 0,2 g 37 Gew.-% wäßriger HCl, und 256 g Methanol bei Raumtemperatur unter Normaldruck zudosiert. Das Gemisch wird zum Sieden erhitzt und 1 Stunde unter leichtem Rückfluß gehalten. Anschließend wird der größte Teil des Methanols und der HCl innerhalb von 2 Stunden unter Normaldruck abdestilliert. Danach werden unter Anlegen von Vakuum bei von 900 mbar auf ca. 1 mbar fallenden Druck und einer Sumpftemperatur unter 80°C die Reste an Methanol, HCl und Ausgangsstoffe entfernt und das

Sumpfsprodukt 2 Stunden unter diesen Bedingungen gehalten. Man erhält 840 g Siloxan-Oligomer mit folgenden Eigenschaften:

Freies Methanol (gaschromatographisch): 0,3 Gew.-%

Viskosität: 35 mPa s (DIN 53 015)

Siedepunkt: 257°C (ASTM D-11209)

Flammpunkt: 152°C (DIN 51 755)

Dichte: 1,117 g/ml (DIN 51 757)

Cl-Gehalt: 100 mg/kg

Mittlere Molmasse: 650 g/mol (Gelpermeationschromatographie)

#### Beispiel 2

In einem 2-l-Rührreaktor aus Glas mit Vakuum-, Dosier- und Destillationseinrichtung werden 744 g 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan und 492,9 g Propyltrimethoxysilan vorgelegt und anschließend 86,4 g Wasser, vorher gemischt mit 0,3 g 37 gew.-% wäßriger HCl, und 192 g Methanol bei Raumtemperatur unter Normaldruck zudosiert. Das Gemisch wird zum Sieden erhitzt und 1 Stunde unter leichtem Rückfluß gehalten. Anschließend wird der größte Teil des Methanols und der HCl innerhalb von 3 Stunden unter Normaldruck abdestilliert. Danach werden unter Anlegen von Vakuum bei von 900 mbar auf ca. 1 mbar fallenden Druck und einer Sumpftemperatur unter 954°C die Reste an Methanol, HCl und Ausgangsstoffe entfernt und das Sumpfsprodukt 2 Stunden unter diesen Bedingungen gehalten. Man erhält 1 020 g Siloxan-Oligomer mit folgenden Eigenschaften:

Freies Methanol (gaschromatographisch): 0,6 Gew.-%

Viskosität: 14,3 mPa s (DIN 53 015)

Siedepunkt: 277°C (ASTM D-11209)

Flammpunkt: 110°C (DIN 51 755)

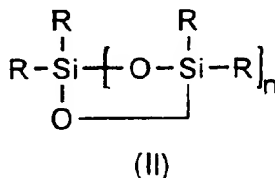
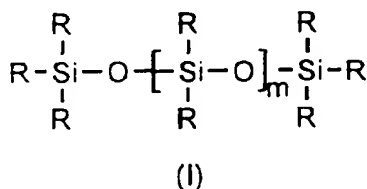
Dichte: 1,083 g/ml (DIN 51 757)

Cl-Gehalt: 200 mg/kg

Mittlere Molmasse: 570 g/mol (Gelpermeationschromatographie)

#### Patentansprüche

1. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer der allgemeinen Formeln I und II,



in denen die Substituenten R aus 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppen und Methoxy-, Ethoxy- und/oder Propoxy-Gruppen und gegebenenfalls Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl mit 1 bis 18 C-Atomen und/oder Aryl-Gruppen mit 6 bis 12 C-Atomen bestehen, wobei an ein Silicium-Atom höchstens eine 3-Methacryloxypropyl- oder 3-Acryloxypropyl-Gruppe gebunden ist und der Oligomerisierungsgrad für Verbindungen der allgemeinen Formel I im Bereich von  $2 < m < 25$  und der für Verbindungen der allgemeinen Formel II im Bereich von  $2 \leq n \leq 8$  liegen und der Quotient aus dem molaren Verhältnis Si/Alkoxy-Gruppierung  $\geq 0,5$  ist.

2. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Alkoxy-Gruppen von mehr als 0,1 Gew.-% und weniger als 30 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der vorliegenden Siloxan-Oligomere.

3. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substituenten R aus (i) 3-Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen bestehen.

4. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substituenten R aus (i) 3-Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen und (iii) Methyl-, Propyl-, Isobutyl-, Octyl-, Hexadecyl- oder Phenyl-Gruppen bestehen.

5. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substituenten R aus (i) 3-Methacryloxypropyl-Gruppen und (ii) Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen und (iii) Methyl-Gruppen und (iiii) Propyl-, Isobutyl-, Octyl-, Hexadecyl- oder Phenyl-Gruppen bestehen.

6. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Viskosität von 3 bis 80 mPa s.

7. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Flammpunkt  $> 100^\circ\text{C}$ .

8. Gemisch kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen Siedepunkt  $> 200^\circ\text{C}$ .

9. Verfahren zur Herstellung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 8 durch gezielte Hydrolyse, wobei man ein 3-Methacryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropyltrialkoxysilan oder ein 3-Methacryloxypropylmethyldialkoxysilan oder ein 3-Acryloxypropylmethyldialkoxysilan als Komponente A und gegebenenfalls ein Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyltrialkoxysilan oder ein Alkyl-, Fluoralkyl-, Isoalkyl-, Cycloalkyl- mit 1 bis 18 C-Atomen oder Phenyl-

methyldialkoxysilan oder deren Gemisch als Komponente B und gegebenenfalls eine Tetraalkoxysilan als Komponente C einsetzt und unter Zusatz von 0,6 bis 1,0 mol Wasser pro 1 mol Si und der 0,1- bis 5fachen Gewichtsmenge an Methanol und/oder Ethanol, bezogen auf die eingesetzten Alkoxysilane, in Gegenwart einer Säure als Katalysator bei einer Temperatur von 10 bis 95°C gezielt hydrolysiert und kondensiert und anschließend das Produktgemisch unter vermindertem Druck und einer Sumpftemperatur von 60 bis 110°C destillativ aufarbeitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß man die Komponenten A, B und C in einem molaren Verhältnis A : O : B : O : C von 1 : 0 : 0 bis 1 : 10 : 0 oder von 1 : 0 : 0 bis 1 : 0 : 10 oder von 1 : 0 : 0 bis 1 : 10 : 10 einsetzt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß man Alkoxysilane mit Methoxy- oder Ethoxy-Gruppen entsprechend dem als Löse- bzw. Verdünnungsmittel verwendeten Alkohol einsetzt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man als Katalysator Chlorwasserstoff einsetzt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß man die Hydrolyse und Kondensation unter Normaldruck bei einer Temperatur von 10 bis 85°C durchführt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß nach destillativer Aufarbeitung vorliegende Produkte weniger als 0,5 Gew.-% der Komponenten A, B und C und weniger als 2 Gew.-% an freien Alkoholen enthalten.

15. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 als Additive in mit feinteiligen anorganischen Füllstoffen hochgefüllten Gießharzen auf der Basis fließfähiger, härtpbarer Methacrylsäureester.

16. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit und optischen Eigenschaften von Kunststoffgegenständen und Formkörpern.

17. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 für die Oberflächenbehandlung von Glasfasern.

18. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 zur Modifizierung und Vernetzung organischer Harze.

19. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 als Bindemittel in Lacken und als Komponente in Klarlacken.

20. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 zur Herstellung von Beschichtungen, die durch Wärmebehandlung bei einer Temperatur von 40 bis 200°C und/oder durch Behandlung mit Strahlung in an sich bekannter Weise zur Aushärtung gebracht werden.

21. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 für die Behandlung oder Beschichtung von mineralischen oder metallischen Oberflächen.

22. Verwendung eines Gemisches kettenförmiger und cyclischer Siloxan-Oligomerer nach den Ansprüchen 1 bis 14 zur Oberflächenbehandlung pulverförmiger Stoffe.